

10

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-86398

(P2001-86398A)

(43)公開日 平成13年3月30日(2001.3.30)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコ-ト*(参考)

H 0 4 N 5/235

H 0 4 N 5/235

5/232

5/232

Z

5/335

5/335

P

// H 0 4 N 101:00

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-213894(P2000-213894)

(22)出願日 平成12年7月14日(2000.7.14)

(31)優先権主張番号 特願平11-201350

(32)優先日 平成11年7月15日(1999.7.15)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 菅原 卓郎

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 吉田 英明

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(74)代理人 100087273

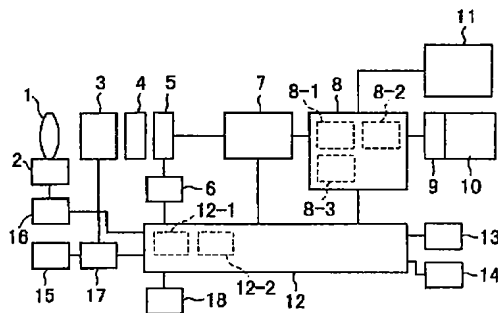
弁理士 最上 健治

(54)【発明の名称】 撮像装置

(57)【要約】

【課題】 特殊光学系を用いずに、小型低消費電力で像の劣化のない静止画ぶれ補正を行えるようにした撮像装置を提供する。

【解決手段】 CCD撮像素子5と、該撮像素子の出力に基づいて映像信号を生成するプリプロセス回路7と、撮像素子における電荷蓄積時間を制御するCCDドライバ6と、CCDドライバを制御して複数回の連続した露光を与えることにより得られた複数の映像信号を加算して一つの撮像画像信号を生成する撮像画像生成部8-3と、該撮像画像の生成に際し前記複数の映像信号間の相対的な動きを補償した後に複数の映像信号を加算するためのぶれ補正部8-2と、前記複数の映像信号に基づいて当該複数の映像信号間の相対的な動き情報を検出する像ぶれ検出部8-1とを有し、該像ぶれ検出部の検出結果に基づいてぶれ補正部における補償処理を行うようにして撮像装置を構成する。



- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1: レンズ系 | 10: メモリカード |
| 2: レンズ駆動機構 | 11: LCD画像表示系 |
| 3: 露出制御機構 | 12: システムコントローラ |
| 4: フィルタ系 | 12-1: 手ぶれ限界判断部 |
| 5: CCD撮像素子 | 12-2: 露光回数・露光時間設定部 |
| 6: CCDドライバ | 13: 操作スイッチ系 |
| 7: プリプロセス回路 | 14: 操作表示系 |
| 8: デジタルプロセス回路 | 15: ストロボ |
| 8-1: 像ぶれ検出部 | 16: レンズドライバ |
| 8-2: ぶれ補正部 | 17: 露出制御ドライバ |
| 8-3: 撮像画像生成部 | 18: EEPROM |
| 9: メモリカードインターフェース | |

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 撮像素子と、該撮像素子の出力に基づいて映像信号を生成する映像信号生成手段と、前記撮像素子における電荷蓄積時間を制御する蓄積時間制御手段と、該蓄積時間制御手段を制御して複数回の連続した露光を与えることにより得られた複数の映像信号を加算して一つの撮像画像信号を生成する撮像画像生成手段と、前記撮像画像生成手段における撮像画像信号の生成に際し前記複数の映像信号間の相対的な動きを補償した後に前記複数の映像信号を加算するための動き補償手段と、前記複数の映像信号に基づいて当該複数の映像信号間の相対的な動き情報を検出する動き情報検出手段とを有し、該動き情報検出手段の検出結果に基づいて前記動き補償手段における補償処理を行なうように構成されていることを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】 撮像素子と、該撮像素子の出力に基づいて映像信号を生成する映像信号生成手段と、前記撮像素子における電荷蓄積時間を制御する蓄積時間制御手段と、該蓄積時間制御手段を制御して複数回の連続した露光を与えることにより得られた複数の映像信号を加算して一つの撮像画像信号を生成する撮像画像生成手段と、前記複数の映像信号に基づいて当該複数の映像信号間の相対的な動き情報を検出する動き情報検出手段と、前記動き情報検出手段の検出結果に基づいて前記複数の映像信号間の相対的な動きを補償するための動き補償手段とを備え、前記画像生成手段は、前記動き補償手段により動き補償された複数の映像信号を加算処理するように構成されていることを特徴とする撮像装置。

【請求項 3】 所定値より長い露光時間が設定された場合に、当該露光時間を各々が前記所定値以下である複数の露光時間に分割すると共に、該分割された各露光時間を前記複数回の連続した露光の各回の露光時間として設定するふれ補正静止画撮像制御手段を有していることを特徴とする請求項 1 又は 2 に係る撮像装置。

【請求項 4】 前記複数回の連続した露光は、該露光の各回の露光時間が前記制限条件を満たす条件下における最少の露光回数に等分されて行われることを特徴とする請求項 3 に係る撮像装置。

【請求項 5】 前記所定値は、撮影レンズの焦点距離及び撮像画枠の大きさによって定まる手ぶれ限界露出時間であることを特徴とする請求項 3 又は 4 に係る撮像装置。

【請求項 6】 前記動き補償手段が機能する第 1 の撮像モードと、これを機能させない第 2 の撮像モードとを選択設定するモード設定手段を有していることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に係る撮像装置。

【請求項 7】 当該撮像光学系の光軸に垂直な方向に関しては互いに移動不可能に固定された撮像光学系及び撮像素子と、該撮像素子の出力に基づいて映像信号を生成する映像信号生成手段と、前記撮像素子における電荷蓄

積時間を制御する蓄積時間制御手段と、該蓄積時間制御手段を制御して複数回の連続した露光を与えると共に得られた複数の映像信号を加算して一つの撮像画像信号を生成する撮像画像生成手段と、該撮像画像生成手段における撮像画像信号の生成に際し前記複数の映像信号間の相対的な動きを補償した後に前記複数の映像信号を加算するための動き補償手段とを有していることを特徴とする撮像装置。

【請求項 8】 設定された露光時間を複数に分割することにより 1 コマ当たりの電荷蓄積時間を設定する設定手段と、前記 1 コマ当たりの電荷蓄積時間に得られた各映像信号間の相対的な動き情報を検出する動き情報検出手段と、前記動き情報検出手段からの出力に基づいて複数コマの被写体像が一致するように前記各映像信号を演算する演算手段と、前記演算結果に基づいて前記複数の映像信号を加算して一つの撮像画像信号を生成する画像生成手段とを含むことを特徴とする、一つの被写体に対して複数の連続したコマの映像信号を得ることが可能な撮像装置。

【請求項 9】 設定された露光時間が手ぶれ限界露出時間より長いかなかを判定する判定手段と、手ぶれ限界露出時間より長いと判定された際に、前記露光時間を複数の連続したコマの映像信号を得ることが可能な電荷蓄積時間に設定する設定手段と、一つの被写体に対して得られた複数の連続コマに対する各映像信号間の相対的なブレ量を検出するブレ検出手段と、前記検出されたブレ量に基づいて、前記複数の連続したコマ間において各映像信号間の被写体像に関連するベクトルを演算し、当該各ベクトルに基づいて各映像信号のずらし量とその方向を演算する演算手段と、前記演算結果に基づいて前記複数の映像信号を加算して一つの撮像画像信号を生成する画像生成手段とを含むことを特徴とする、一つの被写体に対して複数の連続したコマの映像信号を得ることが可能な撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、撮像装置、特に手ぶれ等による像のふれを効果的に抑制することが可能な静止画撮像機能を備えた撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】撮像装置における静止画撮像に関して、長時間撮影を行なう場合の手ぶれや被写体の動きによって、像にふれを生じることが広く知られている。この像の「ふれ」は、1 次元（曲線状も含む）の像ぼけであるため、「ぼけ」と称される場合もあるが、本明細書においては「ふれ」と表現することとする。像ふれは、流し撮りなど撮影術に積極的に応用される場合もあるが、通常は画質の劣化と見做され、これを防止することが必須となっている。その代表的方法の一つは、三脚等を用いてカメラを安定に固定することであり、他の一つは短時

間露出(高速シャッタ)の使用であるが、いずれも状況が許さないと適用できず、手持ちの低照度撮影には適用不可能である。

【0003】このような場合でも利用可能な技術として、例えば特開平10-336510号公報記載のものがある。すなわち、撮像面に対する被写体像の相対的な動きを事前に検出し、その情報をもとに撮像時に、結像画像をシフトさせる光学系(「光学系+撮像素子」として捕らえれば撮像ブロック)を駆動して、撮像面に対して被写体像を相対的に静止させるものである。また、この公開公報には公知の従来技術として、特に動画を対象とした「手ぶれ補正制御手段」についても記載があり、補正手段として光学式(上記のような結像画像をシフトさせる光学系を用いるもの)と電子式(メモリや撮像素子駆動によって、全撮像可能領域から抜き出す画枠を移動するもの)が挙げられている。また「手ぶれ検出方法」としても、画像処理で被写体の移動量と方向を検出する動きベクトル検出と、角速度センサによってカメラ本体の揺れを直接検出する角速度検出とが挙げられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公開公報における指摘を待つまでもなく、従来の動画を対象とした手ぶれ補正技術では、静止画撮像における長時間撮影時の一画像中の像ぶれを解消することはできない。そして、上記公開公報開示の技術に関しては、以下の2つの問題点を有するものである。すなわち、

①結像画像をシフトさせる特殊な光学系(撮像ブロック)が必要であるから、装置の形状・消費電力・コストの増大を来し、更に特殊光学系の採用による結像性能の劣化が生じる。

②撮像に先立つ事前情報に基づいて補正を行なうから、像の動きに変化があった場合は誤補正となり、かえって画質が劣化してしまう。

【0005】本発明は、上記従来技術における2つの問題点を解決するためになされたもので、長時間撮影にも適用できる効果的なぶれ補正が可能な静止画撮影機能を有する撮像装置を実現することを目的とする。請求項毎の目的を述べると、請求項1、2、8及び9に係る発明は、ぶれ補正に際して結像画像をシフトさせる特殊な撮像ブロックが不要で、装置の形状・消費電力・コスト等の増加や結像性能の劣化を生じさせず、また別センサを必要とせず像の動きに変化があった場合も誤補正のおそれがない高精度のぶれ補正が可能な撮像装置を提供することを目的とする。請求項3に係る発明は、ぶれ補正を極めて簡単に自動的に適用できるようにした撮像装置を提供することを目的とする。請求項4に係る発明は、各回の撮像のS/Nを高くし、また動き情報の検出に関する処理がより簡単に且つ確実にできるようにした撮像装置を提供することを目的とする。請求項5に係る発明

は、長年の経験則に裏打ちされた確実な条件の下にぶれ補正を適用することができ、ズームカメラ等においても常に最適な条件で像ぶれのない画像を得ることが可能な撮像装置を提供することを目的とする。請求項6に係る発明は、撮像者が状況や目的に応じて撮影機能を設定できるようにした像ぶれ補正機能を備えた撮像装置を提供することを目的とする。請求項7に係る発明は、形状・消費電力・コスト等の増加や結像性能の劣化を生じさせず、また固定パターンノイズも低減した高画質な長時間露光撮像の可能な撮像装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するため、請求項1に係る発明は、撮像素子と、該撮像素子の出力に基づいて映像信号を生成する映像信号生成手段と、前記撮像素子における電荷蓄積時間を制御する蓄積時間制御手段と、該蓄積時間制御手段を制御して複数回の連続した露光を与えることにより得られた複数の映像信号を加算して一つの撮像画像信号を生成する撮像画像生成手段と、前記撮像画像生成手段における撮像画像信号の生成に際し前記複数の映像信号間の相対的な動きを補償した後に前記複数の映像信号を加算するための動き補償手段と、前記複数の映像信号に基づいて当該複数の映像信号間の相対的な動き情報を検出する動き情報検出手段とを有し、該動き情報検出手段の検出結果に基づいて前記動き補償手段における補償処理を行なうようにして撮像装置を構成するものである。

【0007】また、請求項2に係る発明は、撮像素子と、該撮像素子の出力に基づいて映像信号を生成する映像信号生成手段と、前記撮像素子における電荷蓄積時間を制御する蓄積時間制御手段と、該蓄積時間制御手段を制御して複数回の連続した露光を与えることにより得られた複数の映像信号を加算して一つの撮像画像信号を生成する撮像画像生成手段と、前記複数の映像信号に基づいて当該複数の映像信号間の相対的な動き情報を検出する動き情報検出手段と、前記動き情報検出手段の検出結果に基づいて前記複数の映像信号間の相対的な動きを補償するための動き補償手段とを備え、前記画像生成手段は、前記動き補償手段により動き補償された複数の映像信号を加算処理するようにして撮像装置を構成するものである。

【0008】このように構成した請求項1及び2に係る撮像装置は、撮像画像信号の生成に際し、上記複数の映像信号間の相対的な動きを補償した後に上記複数の映像信号を加算するようにしているので、ぶれ補正に際して結像画像をシフトさせる特殊な撮像ブロックが不要で、装置の形状・消費電力・コスト等の増加や結像性能の劣化を生じさせない。また、動き補償に用いる動き情報を加算対象である複数の映像信号自身に基づいて検出するようにしているので、別センサを必要とせず、また像の

動きに変化があった場合も誤補正のおそれがない精度の高いふれ補正が可能となり、更に固定パターンノイズも低減した高画質な長時間露光撮像が可能となる。

【0009】また、請求項8に係る発明は、設定された露光時間を複数に分割することにより1コマ当たりの電荷蓄積時間を設定する設定手段と、前記1コマ当たりの電荷蓄積時間に得られた各映像信号間の相対的な動き情報を検出する動き情報検出手段と、前記動き情報検出手段からの出力に基づいて複数コマの被写体像が一致するように前記各映像信号を演算する演算手段と、前記演算結果に基づいて前記複数の映像信号を加算して一つの撮像画像信号を生成する画像生成手段とで、一つの被写体に対して複数の連続したコマの映像信号を得ることが可能な撮像装置を構成するものである。

【0010】また、請求項9に係る発明は、設定された露光時間が手ぶれ限界露出時間より長いかな否かを判定する判定手段と、手ぶれ限界露出時間より長いと判定された際に、前記露光時間を複数の連続したコマの映像信号を得ることが可能な電荷蓄積時間に設定する設定手段と、一つの被写体に対して得られた複数の連続コマに対する各映像信号間の相対的なブレ量を検出するブレ検出手段と、前記検出されたブレ量に基づいて、前記複数の連続したコマ間において各映像信号間の被写体像に関連するベクトルを演算し、当該各ベクトルに基づいて各映像信号のずらし量とその方向を演算する演算手段と、前記演算結果に基づいて前記複数の映像信号を加算して一つの撮像画像信号を生成する画像生成手段とで、一つの被写体に対して複数の連続したコマの映像信号を得ることが可能な撮像装置を構成するものである。

【0011】このように構成された請求項8及び9に係る撮像装置においても、ふれ補正に際して結像画像をシフトさせる特殊な撮像ブロックが不要で、装置の形状・消費電力・コスト等の増加や結像性能の劣化を生じさせず、また別センサを必要とせず像の動きに変化があった場合も誤補正のおそれがない高精度のふれ補正が可能となる。

【0012】請求項3に係る発明は、請求項1又は2に係る撮像装置において、所定値より長い露光時間が設定された場合に、当該露光時間を各々が前記所定値以下である複数の露光時間に分割すると共に、該分割された各露光時間を前記複数回の連続した露光の各回の露光時間として設定するふれ補正静止画撮像制御手段を有していることを特徴とするものである。このような構成のふれ補正静止画撮像制御手段を備えることにより、請求項1又は2に係る発明におけるふれ補正機能を極めて簡単に自動的に適用することができる。

【0013】請求項4に係る発明は、請求項3に係る撮像装置において、前記複数回の連続した露光は、該露光の各回の露光時間が前記制限条件を満たす条件下における最少の露光回数に等分されて行われることを特徴とす

るものである。これにより、各回の撮像S/Nは高くなり、また動き情報の検出に関する処理がより簡単且つ確実になる。

【0014】請求項5に係る発明は、請求項3又は4に係る撮像装置において、前記所定値は、撮影レンズの焦点距離及び撮像画枠の大きさによって定まる手ぶれ限界露出時間であることを特徴とするものである。これにより、長年の経験則に裏打ちされた確実な条件の下にふれ補正を適用することができ、ズームカメラ等においても常に最適な条件で像ぶれの少ない画像を得ることができる。

【0015】請求項6に係る発明は、請求項1～5のいずれか1項に係る撮像装置において、前記動き補償手段が機能する第1の撮像モードと、これを機能させない第2の撮像モードとを選択設定するモード設定手段を有していることを特徴とするものである。このようなモード設定手段を設けることにより、撮像者は状況や目的に応じて撮影機能を容易に選択設定することができる。

【0016】請求項7に係る発明は、当該撮像光学系の光軸に垂直な方向に関しては互いに移動不可能に固定された撮像光学系及び撮像素子と、該撮像素子の出力に基づいて映像信号を生成する映像信号生成手段と、前記撮像素子における電荷蓄積時間を制御する蓄積時間制御手段と、該蓄積時間制御手段を制御して複数回の連続した露光を与えると共に得られた複数の映像信号を加算して一つの撮像画像信号を生成する撮像画像生成手段と、該撮像画像生成手段における撮像画像信号の生成に際し前記複数の映像信号間の相対的な動きを補償した後に前記複数の映像信号を加算するための動き補償手段とで撮像装置を構成するものである。

【0017】このように構成した撮像装置においては、撮像画像信号の生成に際し複数の映像信号間の相対的な動きを補償した後に複数の映像信号を加算するようにしており、また結像画像をシフトさせる特殊な撮像ブロックを用いることなく通常の撮像ブロックを使用しているので、装置の形状・消費電力・コスト等の増加や結像性能の劣化が生ぜず、更に固定パターンノイズも低減した高画質な長時間露光撮像が可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】次に、実施の形態について説明する。図1は、本発明に係る撮像装置の第1の実施の形態のデジタルカメラを示すブロック構成図である。1はレンズ系、2はレンズ駆動機構、3は露出制御機構、4はフィルタ系、5はCCD撮像素子、6はCCDドライバ、7はA/Dコンバータを含むブリブプロセス回路、8はデジタルプロセス回路で、ハードとしてメモリを含み、全てのデジタルプロセス処理を行うものである。9はメモ리카ードインターフェース、10はメモ리카ード、11はLCD画像表示系、12は主たる構成としてマイコンを含むシステムコントローラ、13は操作スイッチ

系、14は表示用LCDを含む操作表示系、15はストロボ、16はレンズドライバ、17は露出制御ドライバ、18はEEPROMである。

【0019】このように構成されているデジタルカメラにおいては、システムコントローラ12が全ての制御を統括的に行なっており、特に露出制御機構3に含まれるシャッタ装置と、CCDドライバ6によるCCD撮像素子5の駆動を制御して、露光（電荷蓄積）及び信号の読み出しを行ない、それをA/Dコンバータを含むプリプロセス回路7を介してデジタルプロセス回路8に格納する。そして、デジタルプロセス回路8内で全ての必要な各種信号処理を施した後に、LCD画像表示系11に表示又はメモリカード10に記録する。上記デジタルプロセス回路8で行われる各種信号処理には、本発明の要部であるところの像ぶれに関する判断や、本撮像時におけるぶれ補正、複数の画像信号の加算による長時間露光画像の生成等の処理が含まれる。すなわち、デジタルプロセス回路8には、該回路内のメモリに格納された出力情報を用いて像ぶれに関する判断を行う像ぶれ検出部8-1と、像ぶれが検出されたとき像ぶれを補正するぶれ補正部8-2と、複数の画像信号の加算による長時間露光画像の生成を行う撮像画像生成部8-3とを備えている。なお、これらの各部8-1、8-2、8-3は、現実の演算処理においては必ずしも明確に分離されないこともあるが、説明の便宜と概念の明確化のために分けて示すものである。また本実施の形態に係るデジタルカメラは可変焦点のいわゆるズームカメラであるものとする。

【0020】次に、本実施の形態におけるぶれ補正に直接関わる処理を中心に、システムコントローラ12によるカメラ制御について説明を行なう。まず、撮影に先立ってマニュアル設定又は公知の測光手段（撮像信号の解析によるもの、又は図示しない独立の測光回路によるものなど、任意の測光手段）による測光結果に基づいて、撮影に必要な適正露光時間 T_{total} が設定される。そして、この露光時間 T_{total} が、システムコントローラ12内に設けられている手ぶれ限界判断部12-1により、本実施の形態に係るデジタルカメラにおける手ぶれ限界露光時間 T_{limit} よりも長いかが判断され、この判断結果に基づいてカメラの撮像動作が制御される。手ぶれ限界露光時間とは、周知の如く、一般的な撮影者がカメラを手持ち撮影した場合を想定して、撮影動作に伴う手ぶれによって生じる記録画像の像ぶれが、検知限*

$$T_{limit} \approx d / (43.28 \times f) \approx 0.185 / f \quad \dots \dots \dots (1)$$

現実の設定に際しては、これに若干の余裕を見込んで、やや高速シャッタよりの次式（2）を採用する。

$$T_{limit} = 0.15 / f \quad \dots \dots \dots (2)$$

なお、対角線換算以外に高さ換算（ $T_{limit} \approx h / (24 \times f) \approx 0.2 / f$ ）や、幅換算（ $T_{limit} \approx w / (36 \times f) \approx 0.178 / f$ ）等を用いてもよいが、上記のように

*あるいは許容限以下に収まるような限界の露光時間として設定されるものである。

【0021】したがって、 T_{limit} は現実にはカメラの形状や重量によっても異なり得るものであるが、これはさておき、35ミリフィルムカメラにおける縦24mm×横36mm（対角43.28mm）のいわゆるライカ版フレーム（別称：ダブルフレーム）カメラに関する長年の経験則として、「ミリメートル単位の撮影レンズの焦点距離を f としたとき、 $T_{limit} \approx 1 / f$ （秒）である」ということが知られている。撮影倍率が焦点距離に比例することを考えれば、 T_{limit} が $1 / f$ に比例するという事は、理論上もうなづけるものである。本実施の形態においては、この経験則を基礎に、これをデジタルカメラの撮像素子の有効撮像エリア内に設定した撮影画枠の大きさも考慮して応用する。以下、単位mmについては記載を省略し数値のみ表記して、これを説明する。

【0022】すなわち、本実施の形態に係るデジタルカメラの撮像素子は、有効撮像エリアが高さ6.6×幅8.8のいわゆる2/3サイズのものを使用しており、このエリア内に、高さ h （=4.8）×幅 w （=6.4）のいわゆる1/2サイズの撮影画枠を有しているものとする。この撮影画枠は、本発明の主目的であるぶれ補正を行なうために設けられたものであって、全有効撮像エリア内に含まれる範囲で任意の位置に可変設定される。そして、最終的な撮像画像の加算生成に際しては、この撮影画枠内のデータだけが抜き出されて、撮影画枠内の相対アドレスが最終生成画像の絶対アドレスと見做されて加算される。したがって、生成画像のフレームの大きさは、この撮影画枠の大きさに等しくなるものであり、それ故「撮影画枠」と称しているものである。

【0023】カメラにおける被写体撮像範囲（撮影画角）は、レンズの焦点距離に反比例しフレームの大きさに比例するから、フレームに対する相対的な像倍率は焦点距離に比例し、フレームの大きさに反比例することになる。したがって、（フレームに対する相対的な）像ぶれもフレームの大きさに反比例する。そこで、上記経験則に対してフレームの大きさ比率に応じた換算係数を乗じて、これを適用すれば良いことになる。この場合、アスペクト比の違いが問題になるが、本実施の形態に係るデジタルカメラにおいては対角線換算を用いている。

【0024】撮影画枠の対角長 $d=8$ であるから、 T_{limit} は次式（1）で表される。

余裕を見込むとすれば、実質的にはこれらの違いは無視し得る。

【0025】上記（1）又は（2）式からも明らかなように、この手ぶれ限界露光時間 T_{limit} については、カメラが単焦点距離のカメラの場合は1つの値で良いが、本実施の形態に係るデジタルカメラはズームカメラで

あるから、焦点距離に応じて異なる値を適用する。その場合、単純に上記(1)又は(2)式そのまま利用してCPU演算する演算方式を用いてもよく、必要に応じて、例えば上記(1)又は(2)式に対して低速側の限界値を設けたり、余裕のたせ方を一定比率ではなくしたりなど、更に複雑なTlimitの設定を行なうためテーブル参照方式を用いてもよい。後者の場合、テーブルデータはEEPROM18(これはマスクROMであってもよい)に格納しておく。いずれの場合も、システムコントローラ12は、その時のレンズ駆動機構2に対する制御情報、又は図示しないレンズ位置センサの検出情報によって、レンズ系1の焦点距離情報を認識して、上記演算又はテーブル参照によりTlimitを求める。

【0026】このTlimitを判断基準に用いて、カメラの動作は次の(甲)、(乙)に場合分けされる。なお、(甲)については従来の一般的なカメラによる動作と変わりが無いので、これ以降の説明は特に断らない場合は、(乙)の場合について行なうこととする。

【0027】(甲) $T_{total} \leq T_{limit}$ の場合には、本撮像の露出時間Texpを $T_{exp} = T_{total}$ に設定して、通常1回の露光を行ない撮像信号を読み出す。そして、適宜各種信号処理を施して、メモ리카ード10に記録する。

【0028】(乙) $T_{total} > T_{limit}$ の場合には、本撮像を複数回(n回とする)の連続した露光に分けて行ない、各回毎に得られた撮像信号を公知のデジタル演算技術により加算して一つの長時間露光画像とし、更に適宜各種信号処理を施してメモ리카ード10に記録する。この際、露光回数n、及び各回の露光時間Texp(k)については、システムコントローラ12内に設けられている露光回数・露光時間設定部12-2において、次のように設定する。

【0029】 $n = A + 1$: 全てのkに関して、 $T_{exp}(k) = T_{total} / n$ (但しAは、 $T_{total} \div T_{limit}$ の商であり、 $T_{total} \div T_{limit}$ の剰余が0でない場合に、この設定とする)

$n = A$: 全てのkに関して、 $T_{exp}(k) = T_{limit}$ (Aは、 $T_{total} \div T_{limit}$ の商であり、 $T_{total} \div T_{limit}$ の剰余が0の場合に、この設定とする)

すなわち、必要露光時間Ttotalを、Tlimit以下の露光時間を持つ最少回数の露光に等分するものである。したがって、上記(甲)、(乙)いずれにおいても毎回の各撮像信号に関しては、露光時間は手ぶれ限界露光時間Tlimit以下に制限されていることになる。

【0030】ここで、上記「最小回数」の意味、すなわちTlimit以下という制限に対して極力長い露出時間に設定した意味については、各回の撮像信号のレベルを制限条件の許す範囲で少しでも大きく確保して、S/Nを良くすることを狙ったものである。各回の信号S/Nが悪くとも加算により劣化が抑制されるが、現実の構成に

於いてはA/Dコンバータにおけるディジタル化による量子化ノイズの発生が避けられず、この量子化ノイズは加算によっては抑制困難であるから、この観点からは信号レベルは、より大きい方が望ましい。また、加算する画像の数を少なくすることは、ディジタルプロセス回路8の演算負荷を小さくし、処理時間を短縮する点からも有利である。この観点を離れて、単に各回の画像に対する手振れの影響を小さくするだけであれば、各露光時間は短ければ短いほど良いことは自明である。

【0031】また、上記最少回数の露光に分割する際の「等分」の意味は、ぶれの検出等の処理に関して各回の撮像条件を等しく保つことにより、処理系の負担を減らし、また一般には高い処理精度を確保することである。この観点を離れて、単に上記「最小回数」の露光に分割するだけであれば、例えば次のような設定も変形例として挙げ得る。

$n = A + 1$: $k = 1 \sim n - 1$ に関しては、 $T_{exp}(k) = T_{limit}$: $k = n$ に関しては、 $T_{exp}(n) = B$ (但しAは $T_{total} \div T_{limit}$ の商で、Bは剰余であり、 $B \neq 0$ の場合に、この設定とする)

$n = A$: 全てのkに関して、 $T_{exp}(k) = T_{limit}$ (但しAは、 $T_{total} \div T_{limit}$ の商で、剰余 $B = 0$ の場合に、この設定とする)

【0032】以上のような制限のもとに行われた本撮像信号に対して施されるぶれ補正処理は、以下のようなものである。すなわち、上記各回の露光による撮像信号

($S[k](i, j)$: 但し i, j は任意画素の座標) を、ぶれ検出部8-1において、公知の動きベクトル検出手法を用いて解析することにより、各露光間の動き情報である動きベクトル ($V[k] = (x[k], y[k])$) を求める。これに基づいて、ぶれ補正部8-2の演算処理により各回の撮影画枠を、被写体像が一致するようにシフトさせつつ、撮像画像生成部8-3において加算を行ない、最終的な撮像画像Sout(i, j)を生成する。このSout(i, j)は、上記1/2サイズの領域に対応した所定の画素数 $p \times q$ ($1 \leq i \leq p, 1 \leq j \leq q$) を有するものである。加算処理に際して、第k回目の露光分まで加算が終わった中間的なSout(i, j)を、 $Sout[k](i, j)$ と表現する。また初回の露光 ($k = 1$) の時は、撮影画枠中心は有効撮像エリアの中央に設定されているが、説明を簡略化するため、有効撮像エリアの座標は、この状態において $S[1](i, j) = Sout[1](i, j)$ となるように設定されているものとする。(したがって、一部負値も存在する。)

【0033】上記動きベクトル $V[k] = (x[k], y[k])$ の定義を(絵柄の変化がない被写体部分に関して)、

(a) $S[k](i+x[k], j+y[k]) = S[k-1](i, j)$ ($k = 2 \sim n$)

とし、 $V[1]$ から $V[k]$ までの総和である累積動きベクトル $\Sigma V[k]$ を、

(b) $\Sigma V[k] = (\Sigma x[k], \Sigma y[k]) = (x[1]+x[2]+\dots$

・ ・ ・ +x[k] , y[1]+y[2]+ ・ ・ ・ +y[k])

とすると、毎回の加算処理は、

(c) $Sout[k](i,j) = Sout[k-1](i,j) + S[k](i+\Sigma x[k], j+\Sigma y[k])$, $(1 \leq i \leq p, 1 \leq j \leq q)$

で表わすことができる。最終的な撮影画像は、 $Sout(i,j) = Sout[n](i,j)$ によって求められた後に、適宜各種信号処理を経てメモリカード10に記録される。

【0034】ここで、上記動きベクトルを検出する方法については、任意の公知の手法を用いることができるので詳述しないが、一例を示せば、撮影画枠に対して所定の部分エリアを検出エリアとして設けておき、この検出

エリアに関して、ある仮定された動きベクトル $V[k]$ に基づいて、画像の相関評価値を算出する。例えば、上記(a)の左辺と右辺の差の絶対値の総和、 $\Sigma |S[k-1](i,j) - S[k](i+x[k], j+y[k])|$ (ここで Σ は

(b)とは異なり i, j に関する総和記号)を求める。 $V[k]$ の仮定を変更する毎に得られた各相関評価値を比較して、最小値(相関度最大に対応、完全一致の場合0となる)を与える $V[k]$ を、求める動きベクトルとすればよい。上記したとおり各回の露光時間(撮像条件)が等しく保たれているから、このように比較的単純な演算処理で、動きベクトルを求めることが可能になってい

る。【0035】このようにして得られた最終的な撮影画像は、毎回の画像は露光時間が手ふれ限界露光時間以下であるため、検出可能な像ぶれを含まず、各露光間の像ぶれが撮影画枠のシフトによって補正された上で加算されたものとなるので、像ぶれを含まない長時間露光画像となる。このとき、動きベクトルの検出エリアとして、主要被写体だけを狙う意味で、例えば撮影画枠の中央部のみ(例えば $h/3 \times w/3$ の領域)を設定すれば、単なる手ぶれによる像ぶれのみでなく、主要被写体が背景に対して相対的に動くようなシーンにおいて、主要被写体に像ぶれを生じない(背景はぶれる)ような撮影画像を得ることも可能になる。これを積極的に利用すれば、例えばカメラを固定したままでも、「流し撮り」が実現できることになる。

【0036】また、検出エリアの設定の如何に関わらず、副次的なしかし大きな効果として固定パターンノイズの低減効果を伴う。すなわち、結果的に画枠移動が生じた場合は、最終画像の同一画素に対応する撮像素子の画素は順次異なるものになっているから、通常の長時間露光に伴う暗電荷の蓄積効果や、あるいはメモリ加算に伴う駆動ノイズ等に起因する固定パターンノイズの加算増大現象が、空間的に分散されることになり、ノイズのピークレベルが、したがって視認性の高いノイズが大幅に低減する。手持ち撮影を行なえば、どんなに確実に固定したつもりでも、ある一定の揺動は発生するから(それゆえ像ぶれ補正が必要になる)、本実施の形態に係るデジタルカメラのぶれ補正機能に付随するこの

ノイズ低減効果に注目した場合、これによって従来シフト光学系などの特殊撮像ブロックを用いる必要があったため実際的でなかった固定パターンノイズ低減を、極めて簡単な構成で実現していることになる。

【0037】なお、上記ぶれの補正は、画枠のシフト(平行移動)のみで行なっているが、更に回転も加えることによって、より広範なぶれパターンに対応することが可能である。ただ、この場合は、動き情報検出手段として単なる動きベクトル検出手法にとどまらず、回転も要素に加えた解析が必要になるため、演算量は多くなる。

【0038】上記第1の実施の形態以外にも様々な実施の形態が考えられる。先ず第2の実施の形態として、上記第1の実施の形態においては、各回の露光時間は露光時間 T_{total} の $1/n$ になっており、信号レベルが小さくなっているため、この検出に際して、信号ゲインを高く設定して検出の確実性を上げるように構成したものが挙げられる。すなわち、プリプロセス回路7のA/Dコンバータの前段に設けられているアナログアンプのゲインを、例えば標準の n 倍に設定する。この場合、上記加算処理に際しては事前に(あるいは加算系のレンジに余裕があれば加算後でも良い) $1/n$ 倍する。このような加算処理は、見方を変えれば平均値を算出しているものである。

【0039】この点に着目し、上記「流し撮り」機能を充実させることもできる。これを第3の実施の形態として示す。すなわち、上記第1の実施の形態においては T_{total} が適正露光時間であったが、例えば毎回の露光時間が適正露光時間であるように露出制御機構3を設定する。(例えば、被写体照明が明るい時に絞りを開ければ、上記 T_{limit} 以下の露光時間でもこのように設定し得る。)そして、 T_{total} は流し撮りに充分な時間とし、加算処理に際しては第2の実施の形態と同様に平均値算出とするものである(アンプゲインは標準)。なお、照明の状況に対応して、第2と第3の2つの実施の形態の中間に位置する実施の形態も有り得ることは当然である。

【0040】上記第1の実施の形態では、動き情報の検出に毎回の撮像画像の情報を用いており、これによって極めて精度の高い動き検出を可能としているが、上記第2の実施の形態においても指摘したように信号レベルが低下する場合があります、これが著しいと、誤動作の可能性が生じる。したがって、これを防止するために、第4の実施の形態として、公知の角速度センサ等を用いたぶれ検出手段を用いた構成のものが挙げられる。また上記特開平10-336510号公報記載のもののように、感度アップのための撮像素子特殊駆動等を用いて、撮像面に対する被写体像の相対的な動きを事前に検出した情報に基づいて、撮像時の動きベクトルを推定したりするものを、動き情報検出手段として用いることも好適な実施

の形態となり、これを第5の実施の形態とする。

【0041】第6の実施の形態としては、上記各実施の形態に係るデジタルカメラにおける長時間露光と、これとは異なる従来の長時間露光とを、それぞれ実行可能な各露光動作モードを切換可能に備えたものが挙げられる。前者の露光動作モードを例えば、スタビライズドモード、後者の露光動作モードを例えばノーマルモードと称して、操作スイッチ系13からの入力により一方を指定可能に構成する。すなわち、スタビライズドモードが選択されている場合は、上記場合分け(甲)、(乙)による上記各実施の形態の動作を行ない、ノーマルモードが選択されている場合は、適正露光時間 T_{total} の値に係わらず、上記場合分け(甲)に相当する従来のカメラの動作を行なうものである。撮影者は、スタビライズドモードでは誤動作のおそれがある場合や、意識的に従来の撮影術としての流し取り等長時間シャッター効果を狙う場合には、ノーマルモードを選択すればよい。

【0042】以上本発明のいくつかの実施の形態並びにその変形例について具体的に説明を行ったが、本発明はこれらに限られることなく、特許請求の範囲に記載の限りにおいて如何なる態様をも取り得るものであることは言うまでもない。

【0043】なお、特許請求の範囲の各請求項に記載した以外の本発明に係る撮像装置のいくつかの特徴点を挙げると、次の通りである。

① 請求項8に係る撮像装置において、上記設定手段は、所定値より長い露光時間が設定された場合に当該所定値よりも短い複数の露光時間に分割する。

② 上記①項記載の特徴において、上記所定値は、手ぶれ限界露出時間である。

③ 請求項8に係る撮像装置において、上記設定手段は、手ぶれ限界露出時間より長い露光時間が設定された場合に、当該手ぶれ限界露出時間で上記設定された露光時間を割った商(整数値)に露光回数を設定する。

④ 上記②又は③項記載の特徴において、上記手ぶれ限界露出時間は、撮影レンズの焦点距離及び撮影画枠の大きさによって定まる。

⑤ 請求項8に係る撮像装置において、上記演算手段は画像を平行移動又は回転させることにより上記複数のコマの主要被写体像が一致するように上記各映像信号を演算し、上記画像生成手段は上記各映像信号を加算することにより、一つの適正な露出値を有するブレのない画像を生成する。

⑥ 請求項9に係る撮像装置において、上記設定手段は、手ぶれ限界露出時間よりも短く、且つ最も少ない露光回数となるように露光時間に設定する。

⑦ 上記⑥項記載の特徴において、上記手ぶれ限界露出時間は、撮影レンズの焦点距離及び撮影画枠の大きさによって定まる。

⑧ 請求項9に係る撮像装置において、上記判定手段に

よって設定された露光時間が手ぶれ限界露出時間より長い場合には撮像を複数回連続して行う第1のモードに設定し、上記判定手段によって設定された露光時間が手ぶれ限界露出時間より短い場合には通常の複数回連続露光しない第2のモードに設定するモード切り換え手段を更に有している。

【0044】

【発明の効果】以上実施の形態に基づいて説明したように、本発明によれば、長時間露光時においても像ぶれのない画像を得ることができる撮像装置を実現することができる。特に請求項1及び2に係る発明によれば、撮像画像信号の生成に際し複数の映像信号間の相対的な動きを補償した後に上記複数の映像信号を加算するように構成しているため、ぶれ補正に際して結像画像をシフトさせる特殊な撮像ブロックが不要で、装置の形状・消費電力・コスト等の増加や結像性能の劣化を生じさせない。また、動き補償に用いる動き情報を加算対象である複数の映像信号自身に基づいて検出するように構成しているため、別センサを必要とせず、また像の動きに変化があった場合も誤補正のおそれがない精度の高いぶれ補正が可能となり、更に固定パターンノイズも低減した高画質な長時間露光撮像が可能になる。また請求項3に係る発明によれば、所定値より長い露光時間が設定された場合に、当該露光時間を各々が上記所定値以下である複数の露光時間に分割すると共に、該分割された各露光時間を上記複数回の連続した露光の各回の電荷蓄積時間として設定するぶれ補正静止画撮像制御手段を備えているため、請求項1及び2の発明に係るぶれ補正を極めて簡単に自動的に適用することができる。

【0045】また請求項4に係る発明によれば、露光時間の分割を、所定の条件を満たす最少の露光回数に等分されるように構成しているため、各回の撮像 S/N が高くなり、また動き情報の検出に関する処理がより簡単且つ確実になる。また請求項5に係る発明によれば、上記所定値として撮影レンズの焦点距離及び撮像画枠によって定まる手ぶれ限界露出時間を用いるように構成しているため、請求項3又は4の発明に係るぶれ補正を長年の経験則に裏打ちされた確実な条件の下に適用することができ、ズームカメラ等においても常に最適な条件で像ぶれのない画像を得ることができる。また請求項6に係る発明によれば、動き補償手段が機能する第1の撮像モードと、これを機能させない第2の撮像モードとを選択設定できるように構成しているため、撮影者は状況や目的に応じて撮影機能を設定することができる。また請求項7に係る発明によれば、撮像画像信号の生成に際し上記複数の映像信号間の相対的な動きを補償した後に上記複数の映像信号を加算するようにし、また結像画像をシフトさせる特殊な撮像ブロックを用いることなく通常の撮像ブロックを使用するように構成しているため、装置の形状・消費電力・コスト等の増加や結像性能の劣化が

生じない。さらに固定パターンノイズも低減した高画質な長時間露光撮像が可能になる。また請求項8及び9に係る発明によれば、請求項1及び2に係る発明と同様に、ふれ補正に際して結像画像をシフトさせる特殊な撮像ブロックが不要で、装置の形状・消費電力・コスト等の増加や結像性能の劣化を生じさせず、また別センサを必要とせず像の動きに変化があった場合も誤補正のおそれがない精度の高いふれ補正が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る撮像装置の実施の形態のデジタルカメラの構成を示すブロック図である。

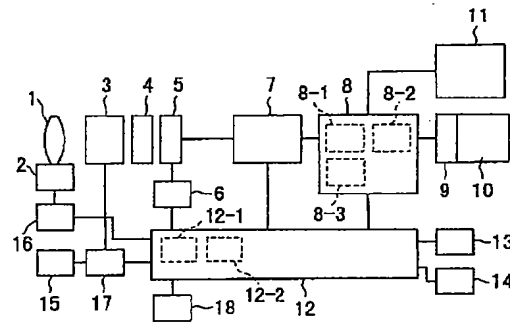
【符号の説明】

- 1 レンズ系
- 2 レンズ駆動機構
- 3 露出制御機構
- 4 フィルタ系
- 5 CCD撮像素子
- 6 CCDドライバ

- * 7 プリプロセス回路
- 8 デジタルプロセス回路
- 8-1 像ふれ検出部
- 8-2 ふれ補正部
- 8-3 撮影画像生成部
- 9 メモリカードインターフェース
- 10 メモリカード
- 11 LCD画像表示系
- 12 システムコントローラ
- 12-1 手ふれ限界判断部
- 12-2 露光回数・露光時間設定部
- 13 操作スイッチ系
- 14 操作表示系
- 15 ストロボ
- 16 レンズドライバ
- 17 露出制御ドライバ
- 18 EEPROM

*

【図1】



- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1: レンズ系 | 10: メモリカード |
| 2: レンズ駆動機構 | 11: LCD画像表示系 |
| 3: 露出制御機構 | 12: システムコントローラ |
| 4: フィルタ系 | 12-1: 手ふれ限界判断部 |
| 5: CCD撮像素子 | 12-2: 露光回数・露光時間設定部 |
| 6: CCDドライバ | 13: 操作スイッチ系 |
| 7: プリプロセス回路 | 14: 操作表示系 |
| 8: デジタルプロセス回路 | 15: ストロボ |
| 8-1: 像ふれ検出部 | 16: レンズドライバ |
| 8-2: ふれ補正部 | 17: 露出制御ドライバ |
| 8-3: 撮影画像生成部 | 18: EEPROM |
| 9: メモリカードインターフェース | |